

20周年記念号

深層水取水管材料および布設機材の変遷

Evolution of Suction Pipe Material for Deep Water and Deployment Equipment

牧野芳郎・山口卓見・山口武治

Yoshiro MAKINO, Takumi YAMAGUCHI and Takeharu YAMAGUCHI

Abstract

This work contributes to the research of deep ocean water suction pipes, which started in 1988 with the first suction pipe in Kochi, Japan and continued in the last 20 years, up to the one in Gangwon, Korea (2008). Hereafter we introduce some significant developments in the suction pipe evolution and laying technology.

1. 取水管材料の変遷

弊社の深層水取水管は海底ケーブルの技術を応用した海底送水管から波及したもので、その開発は1911年まで遡る。1961年に“離島へ水を！”スローガンに海底送水管を開発、市場に送り出して以来、長きに渡り離島給水のパイオニアとして離島の住民への安定した給水に寄与してきた。

弊社の取水管構造は図1のようにプラスチック材と鋼材の複合構造となっており、取水した水を陸上まで送る導管であるポリエチレン管と軸力補強と外傷防止を兼ね備えた鉄線鎧装により構成されている。

構成層はいたってシンプルで、導管であるポリエチレン管の外層に8mmあるいは9mmの鉄線をスパイラルに巻き付け、さらに鉄線の外傷防止および腐食防止のためにポリプロピレンヤーンを巻きつけた構造となっており、可撓性に富み、1連続で輸送・布設ができることを特徴としている。

また、鉄線鎧装は海底ケーブルでの構造(図2)を継承しており、100年以上の歴史を持つ優れた構造で、海底ケーブルの業界では現在もその基本的構造、材質は変わっていない。

1.1 導管材料

導管(ポリエチレン管)は開発当初PE80という材質を使用していたが、2002年の熊石深層水から導管の材質をPE80から第三世代のポリマーと呼ばれるPE100相当に変革され、粘りがあり高強度で、かつ耐久性に優れた素材となっている。

これは、大水深における布設張力増加や布設時に受ける側圧増加に耐える材料が望まれる等の様々な取水環境に対応するためのニーズを反映した結果といえる。

1.2 鎧装材料

鎧装鉄線については、当初、全数鉄線を使用していたが、大水深への適用を可能にするため、一部の鉄線をPET材に替える改良を加えることで、より軽量化を図り布設時の張力を軽減することができるようになった。

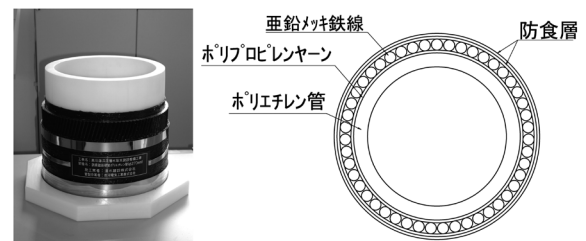


図1. 海底取水管(左)とその構造

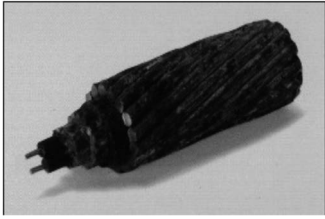


図2. 布設100年後に回収された海底ケーブル

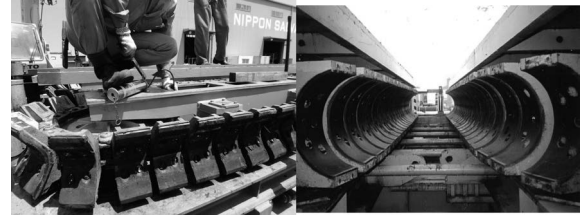


図4. V型構造(左)と円周把持型のコマ(右)



図3. 六角垂型(左)とピラミッド型(右)の取水口

これにより、大水深での布設はもちろん、急激な気象海象変化による荒天時での布設が可能になり、より安心できる施工ができることにより、冬場等の時期的制約も解消できる利点がある。

2. 取水口構造の変遷

取水口は取水管端部の高さを確保し、海底の泥・砂等の吸入を防ぐ目的がある。

また、布設中の管の座屈等を回避する構造が要求される。そのため、設置される海底地形に応じて様々な構造の取水口が開発された。

- 1) 六角垂型取水口：「半割」にすることで海上作業時間、コスト等の問題をクリアした。
- 2) ピラミッド型取水口：海底面上より高い位置で取水したい場合に有効で、取水管の布設中あるいは取水口の着底に対し取水管の潰れや座掘、線形に悪影響を与えない構造になっている。

3. キャタピラの改造

大水深で取水管を布設する際、布設時の管にかかる張力を船上で把持する必要がある。

管を把持するための装置はキャタピラブレーキと呼ばれ、2方向からの連続した2つのコマで管を挟み圧着することで布設張力を把持できる。大口径化

や大水深化が進むことにより、布設張力は増加する。このため、下記の対策がとられた。

1) 圧着距離の増加

キャタピラブレーキを改造して圧着距離を延すことにより把持力を増強する。

2) 円周把持コマの開発

しかし、デッキスペース等の制約で圧着長増には限界がある。これを解決するため、円周把持型コマ(図4右)が開発された。従来、管を圧着するコマの形状はV型構造(図4左)であった。

管の扁平を考慮すると圧着できる圧力には限度がある。そこで、管の側圧強度内で把持力を高められる円周把持形状を採用することにより扁平を押さえ、かつ接触面積を増加させることにより把持力の増加が可能になった。

4. まとめ

深層水取水管技術の変遷があり、日量数千トン規模の技術はほぼ完成域に達したと考えられるが、管材料のコスト面についてはさらなるコストダウンという課題を残している。昨今の海洋深層水の利活用の変革に伴う大量取水要請に対しては、さらなる管材料面、施工面での変革を求められており、一段の変革が必要と考える。

謝辞

本原稿は深層水利用学会20周年記念紙発行にあたり、深層水取水管の主要な管の開発と関連技術の変遷について紹介したものである。ご協力いただいた関係者の皆様に感謝の意を表します。